



**Tesis Monográfica para optar al Título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Título:**

**Propuesta de diseño para la ampliación del sistema de iluminación de la  
planta de producción zona franca ANNIC.**

**Autores:**

**Br. Guillermo Eliezer Rueda Salinas 2008-24090**

**Br. Bayardo Javier Juárez Cabrera 2005-20317**

**Tutor:**

**Msc. Ing. Ernesto Lira Rocha**

**Managua, Agosto 2019**

## LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>AWG</b>	(American Wire Gauge) Normas Americanas de Cableado
<b>NEC</b>	Código Eléctrico Nacional
<b>%</b>	Porcentaje
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>A</b>	Amper
<b>CM</b>	Centro de Medición
<b>EMT</b>	(Electrical Metallic Tubing). Tubería Metálica Eléctrica
<b>ENT</b>	Tubería Eléctrica No Metálica
<b>HP</b>	Caballo de fuerza
<b>IEEE</b>	(Institute of Electrical and Electronics Engineers)
<b>IMC</b>	(Intermediate Metal Conduit). Tubo metálico intermedio
<b>kV</b>	Kilo Voltio
<b>kVA</b>	Kilo Voltio Amper
<b>kW</b>	Kilo Vatio
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>NEMA</b>	National Electrical Manufacturers Association
<b>PVC</b>	Policloruro de Vinilo
<b>UL</b>	(Underwriters Laboratories Inc)
<b>V</b>	Voltio
<b>VA</b>	Voltio Amper
<b>W</b>	Vatio
<b>ΔV</b>	Caída de tensión

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción .....	1
II. Antecedente .....	3
III. Justificación .....	4
IV. Objetivos .....	5
4.1 Objetivo General .....	5
4.2 Objetivo Especifico .....	5
V. Marco Teórico .....	6
1. Instalación eléctrica.....	6
2. Clasificación de instalaciones eléctricas.....	6
3. Códigos y normas .....	8
4. Elementos de las instalaciones eléctricas .....	9
5. Alimentadores y conductores .....	21
6. Iluminación eléctrica .....	24
7. Cálculo de alumbrado .....	28
8. Estimación de carga .....	32
VI. Metodología .....	33
1. Planear los recursos y el tiempo. ....	33
2. Recopilar datos en el sitio .....	34
3. Realizar mediciones.....	34
4. Analizar datos.....	34
VII. Resultados del sistema de iluminación propuesto .....	34
1. Descripción de la planta .....	34
2. Tipos de lámparas .....	36
3. Cálculo de iluminación .....	37
4. Descripción de los planos y Simbología eléctrica.....	41
VIII. Conclusiones.....	43
IX. Bibliografía .....	44

---

## **I. Introducción**

La industria de confección ANNIC SA que pertenece al ramo textil de Nicaragua, se ubica en el km 45.5 san marcos –Masatepe, actualmente el consumo eléctrico es de 126,000 Kwh al mes, con una máxima demanda de 292 KW, datos que representa el consumo promedio de los últimos meses y se encuentra en el pliego Tarifario de Disnorte y Dissur en Tarifa Industrial (T3-BTH).

Esta propuesta tiene como objeto el diseño y cálculo de las instalaciones eléctricas de una nave industrial destinada a la confección, específicamente el sistema de iluminación y rieles de alimentación para máquinas.

El alcance de este proyecto incluye el diseño de todas las instalaciones eléctricas que van desde el secundario del centro de transformación hasta las tomas de corriente o puntos de conexión de las maquinarias o puntos de iluminación.

Esto conlleva el estudio de las siguientes instalaciones:

- Alumbrado interior, tanto en zona de oficinas como en producción.
- Alumbrado de emergencia.
- Cálculo de conductores eléctricos.
- Protecciones de los diferentes circuitos eléctricos.
- Instalación de puesta a tierra.
- Plano general de la instalación

La propuesta de diseño debe contemplar ciertas normas y criterios en el Código Eléctrico Nacional NEC donde se detalla la normativa para la planificación y puesta en marcha de un proyecto. Las características primordiales que debe poseer una instalación eléctrica son:

- Confiables, es decir que cumplan el objetivo para lo que son diseñados, en todo tiempo.
- Eficientes, para que la energía eléctrica que se transmita sea con la mayor eficiencia posible.

- 
- Económicas, lo que implica que su costo final sea adecuado a las necesidades a satisfacer.
  - Flexibles, en lo que se refiere a que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.
  - Simples, para así facilitar la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a métodos o personas altamente calificados.
  - Seguras, y así garantizar la seguridad de las personas e inmuebles durante su operación.

El protocolo está dividido en una pequeña introducción que hace una breve síntesis del trabajo de tesis sobre la ampliación de iluminación, lo que se pretende lograr, a continuación, los antecedentes relacionados a los proyectos de ampliación realizados a la planta.

Así como los objetivos de la propuesta de diseño para la ampliación y la justificación del mismo y su impacto positivo en los estudiantes de pregrado, así como en la sociedad, además se presenta el marco teórico haciendo referencia a las instalaciones eléctricas.

Posteriormente se presenta la metodología de trabajo a seguir para el desarrollo del trabajo de tesis sobre dicho proyecto de iluminación desde el diseño del plano eléctrico cumpliendo con las normas de construcción eléctrica vigente en el país.

### **Ubicación del Proyecto**

PARQUE INDUSTRIAL LAS PLAMERAS KM 42 San marcos –Masatepe (ANNIC SA)



---

## **II. Antecedente**

En el Centro de Documentación de la Facultad de Electrotecnia y Computación, no se encontraron temas sobre ampliación de sistemas eléctricos de plantas de textil.

En 2001 el año 2006 la industria ANNIC SA inicio operaciones en el parque industrial las palmeras, con instalaciones eléctricas nuevas, pero desde ese tiempo al día de hoy, no se ha realizado un estudio exhaustivo sobre dichas instalaciones.

La industria solo ha realizado ampliaciones dentro de las instalaciones debido al incremento de los puntos de trabajos o máquinas de confección.

Además, ha realizado mejoras en el sistema de protecciones, ya que los breakeres se disparaban a consecuencia del desbalance de cargas, esto provoca exagerado consumo energético y por lo tanto consumo monetario, sin contar que la constante desactivación de los motores causo daños en sus bobinados de arranque a pesar de que tenían protecciones térmicas.

---

### **III. Justificación**

Es importante destacar que esta experiencia impactara positivamente tanto en los estudiantes como en los docentes que desearan conocer y adentrarse en los estudios de diseño de sistemas eléctricos de plantas textilerías o naves industriales, ya que es uno de los ejes importantes de cualquier industria, tanto como en el área de servicio de operación y mantenimiento.

La metodología que se utilizará generará recomendaciones y lecciones aprendidas que pueden tomarse en la implementación de cualquier escenario de instalación eléctrica industrial.

El diseño de redes eléctricas propuesto en este documento asegura el cumplimiento total de las normas eléctricas vigentes nacional e internacional, teniendo en cuenta una proyección a futuro.

Es importante destacar que este proyecto impactara positivamente en los estudiantes, docentes y personas externas que desearan conocer y adentrarse en el diseño y cálculo para naves industriales bajo las normas de construcción, ya que es importante, tanto en el área de servicio de operación y mantenimiento como en la construcción.

La metodología que se utilizará generará recomendaciones que pueden retomarse en la implementación de otros proyectos de este tipo en el país.

---

## **IV. Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

- Realizar una propuesta de diseño para la ampliación del sistema de iluminación de la planta de producción zona franca ANNIC.

### **4.2 Objetivo Especifico**

- Estimar las demandas de la planta y de cada una de las cargas proyectadas del mismo mediante la normativa del Código Eléctrico Nacional y los criterios de la empresa.
- Diseñar los planos eléctricos del sistema de iluminación de la planta cumpliendo con los niveles de iluminación requerido por área.
- Realizar el diseño de las instalaciones eléctricas, tanto de servicios de fuerza como de iluminación, así como también el diseño de la puesta a tierra al proyecto utilizando la normativa del Código Eléctrico Nacional



---

## **V. Marco Teórico**

### **1. Instalación eléctrica**

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones y soportes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos). [1]

#### **Objetivos de una instalación**

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además, debe ser económica, flexible y de fácil acceso. [1]

### **2. Clasificación de instalaciones eléctricas**

Las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas. A continuación, se detallan las relativas al nivel de voltaje y al ambiente del lugar de instalación, aunque podrían señalarse otras: por su duración (temporales y definitivas), por su modo de operación (normal y de emergencia) o por su construcción (abierta, aparente y oculta). [1]

#### **Nivel de voltaje.**

De acuerdo con el nivel de voltaje se pueden tener los siguientes tipos de instalación:

- a) Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor que 12 volts.

---

b) Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 volts.

c) Instalación de media tensión. Aunque no existen límites precisos, podría considerarse un rango entre 1000 y 15000 volts; sin embargo, algunos autores incluyen todos los equipos hasta de 34 kV. En media tensión es muy común encontrar instalaciones con motores de más de 200 hp que operan con un voltaje de 4160 V entre fases y 2400 V entre fase y neutro.

d) Instalaciones de alta tensión. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente. [1]

### **Lugar de instalación**

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar donde se ubiquen:

a) Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques y sellos) para evitar la penetración del agua de lluvia aún en condiciones de tormenta.

b) Se consideran instalaciones especiales aquéllas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible. [1]

En lugares muy húmedos debe asegurarse una buena protección contra la corrosión y los aislantes deben ser del tipo adecuado para esas condiciones.

En los casos donde existen polvos no combustibles, deben utilizarse medios para evitar la acumulación de dicho polvo (extractores y/o cubiertas), dado que puede impedir la operación normal de la instalación, ya sea dificultando la disipación del calor y/o produciendo trayectorias indeseables de corriente.

Para el diseño de instalaciones en ambientes peligrosos se recomienda consultar el capítulo 5 de las NTIE (1981). [1]

---

### 3. Códigos y normas

El diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal. Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

En México las NTIE (Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, 1981), editadas por la Dirección General de Normas, constituyen el marco legal para el proyecto y construcción de instalaciones. Estas normas son generales y no pueden cubrir todo. En ciertos tipos de instalaciones pueden establecerse especificaciones que aumenten la seguridad o la vida de los equipos y que estén por arriba de las normas.

Existen otras normas, que no son obligatorias pero que son el resultado de experiencia acumulada y que por lo tanto pueden servir de apoyo a los proyectistas en aspectos específicos no cubiertos por las NTIE (1981):

a) El NEC (National Electrical Code ó Código Nacional Eléctrico de Estados Unidos de Norteamérica) que por ser una norma más detallada puede ser muy útil en algunas aplicaciones específicas.

b) El LPC (Lightning Protection Code o Código de Protecciones Contra Descargas Atmosféricas de los Estados Unidos de Norteamérica), que es un capítulo de las normas de la NFPA (National Fire Protection Association). Los proyectistas se pueden apoyar en este código debido a que las NTIE tratan el tema con muy poca profundidad.

Existen normas para la fabricación de equipo eléctrico que también deben ser consideradas por el proyectista ya que proporcionan información relativa a las características del equipo, así como los requisitos para su instalación.

c) En México todo el equipo eléctrico debe cumplir las normas CCONNIE (Comité Consultivo Nacional de Normalización de la Industria Eléctrica).

d) Los equipos importados deben cumplir con las normas nacionales, pero conviene conocer las normas del país de origen. El equipo eléctrico importado de EUA está

---

fabricado de acuerdo con las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association ó Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico de Estados Unidos de América). [1]

#### **4. Elementos de las instalaciones eléctricas**

- **ACOMETIDA**

Por acometida se entiende el punto donde se hace la conexión entre la red, propiedad de la compañía suministradora, y el alimentador que abastece al usuario. La acometida también puede entenderse como la línea (aérea o subterránea) que por un lado entronca con la red eléctrica de alimentación y por el otro tiene conectado el sistema de medición.

En las terminales de entrada de la acometida normalmente se colocan apartarrayos para proteger la instalación y el equipo contra ondas de alto voltaje, ya sea de origen atmosférico o por maniobras de conexión o desconexión en la red de suministro.

- **EQUIPOS DE MEDICION.**

Por equipo de medición se entiende aquél, propiedad de la compañía suministradora, que se coloca en la acometida de cualquier usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo con las condiciones del contrato de compraventa.

Este equipo está sellado y debe estar protegido contra agentes externos, y colocado en un lugar accesible para su lectura y revisión. El equipo de medición puede conectarse a través de un juego de cuchillas que permitan que la compañía suministradora verifique su funcionamiento y, en caso necesario, haga la calibración correspondiente sin interrumpir el servicio al usuario

---

- **INTERRUPTORES.**

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

- **Interruptor general**

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación (Figura), y que se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora

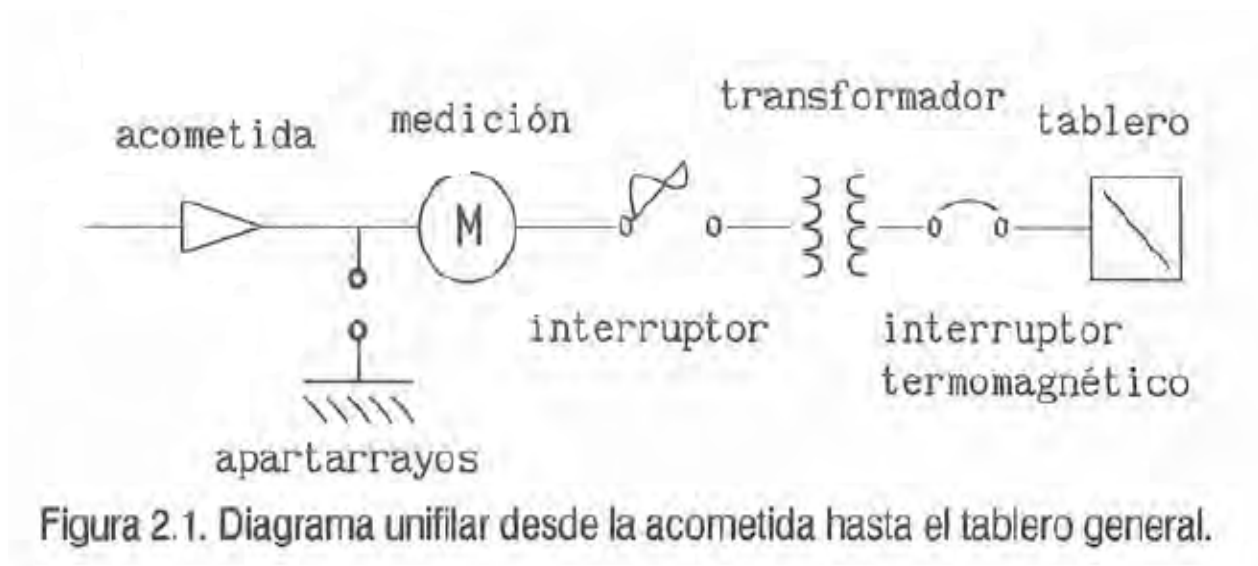


Figura 2.1. Diagrama unifilar desde la acometida hasta el tablero general.

Este interruptor debe ser de fácil acceso y operación, de tal forma que en caso de emergencia permita desenergizar la instalación rápidamente; debe proteger a toda la instalación y a su equipo, por lo que debe ser capaz de interrumpir las corrientes de cortocircuito que pudieran ocurrir en la instalación del consumidor.

---

- **Interruptor derivado.**

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquéllos que están colocados par a proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros.

Por ejemplo, una instalación residencial normalmente tiene el medidor conectado a un interruptor general de navajas (medio de desconexión) y fusibles (medio de protección).

Del interruptor se alimenta a un tablero de donde se derivan, por lo general, dos circuitos a través de interruptores termomagnéticos, mejor conocidos en México con el nombre de bréiquers (del inglés breakers).

- **Interruptor termomagnético.**

Uno de los interruptores más utilizados y que sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos es el termomagnético. Se fabrica en gran variedad de tamaños, por lo que su aplicación puede ser como interruptor general o derivado.

- **ARRANCADARORES.**

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de navajas (cuchillas) con fusibles, un contactor e1ectromagnético y un relevador bimetalico. El contactor consiste básicamente de una bobina con un núcleo de fierro que cierra o abre un juego de contactos al energizar o desenergizar la bobina.

---

- **TRANSFORMADORES.**

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte, pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador.

- **TABLERO DE MOTORES.**

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

- **Tablero general**

El tablero general es aquél que se coloca inmediatamente después del transformador (Figura 2.1.) y que contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de éste se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados.

- **Tableros de distribución o derivados**

Cada área de una instalación está normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente.

Contienen una barra de cobre para el neutro y 1, 2 ó 3 barras conectadas a las fases respectivas (directamente o a través del interruptor general).

---

- **Estaciones o puntos de control**

En esta categoría se clasifican las estaciones de botones para control, o elementos del proceso como: limitadores de carrera o de par, indicadores de nivel, de temperatura, de presión, entre otros. Todos estos equipos manejan corrientes que por lo general son bajas comparadas con las de los elementos activos de una instalación.

Es importante hacer notar la necesidad de calcular los alimentadores de control, ya que de 10 contrarios pueden presentarse graves problemas. Por ejemplo, un contactor grande que se alimenta con baja tensión a través de varios puntos de control de una nave de producción puede resultar con una caída de voltaje tan grande que el electroimán respectivo no tenga la fuerza suficiente para actuar.

- **Salidas para alumbrado y contactos.**

Las unidades de alumbrado, al igual que los motores, están al final de la instalación y son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente también en calor.

Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos portátiles y van alojados en una caja donde termina la instalación fija.

En ambos casos el proyectista debe asegurarse que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de voltaje esté por abajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas y que el usuario esté protegido contra electrocución.



---

- **Plantas de emergencia.**

Existen gran cantidad de instalaciones eléctricas que cuentan con una planta de emergencia para protegerse contra posibles fallas ' en el suministro de energía eléctrica.

Normalmente en todos aquellos lugares de uso público (especialmente en hospitales), se requiere de una fuente de energía eléctrica que funcione mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones del servicio.

Las plantas de emergencia constan de un motor de combustión interna acoplado a un generador de corriente alterna. El cálculo de la capacidad de un" planta eléctrica se hace en función de las cargas que deben operar permanentemente (Capítulo 4). Estas cargas deberán quedar en un circuito alimentador y canalizaciones independientes (inciso 513.15 NTIE, 1981).

La conexión y desconexión del sistema de emergencia se hace por medio de interruptores de doble tiro (manuales o automáticos) que transfieren la carga del suministro normal a la planta de emergencia. Las plantas automáticas tienen sensores de voltaje que detectan la ausencia de voltaje (o caídas más abajo de cierto límite) y envían una señal para que arranque el motor de combustión interna, cuyo sistema de enfriamiento tiene intercalada una resistencia eléctrica que lo mantiene caliente mientras no está funcionando.

- **Tierra o neutro en una. instalación eléctrica.**

En virtud de que no existe acuerdo al respecto de las definiciones que incluyen los términos tierra y neutro, a continuación, se presentan las utilizadas por los autores:

- a. Tierra. Desde el punto de vista eléctrico, se considera que el globo terráqueo tiene un potencial de cero (o neutro); se utiliza como referencia y como sumidero de corrientes indeseables.

---

Sin embargo, puede suceder que por causas naturales (presencia cercana de nubes o descargas atmosféricas) o artificiales (falla eléctrica en una instalación) una zona terrestre tenga en forma temporal una carga eléctrica negativa o positiva con respecto a otra zona (no necesariamente lejana). Por esta razón pueden aparecer corrientes en conductores cuyos extremos estén en contacto con zonas de potenciales distintos.

- b. Resistencia a tierra. Este término se utiliza para referirse a la resistencia eléctrica que presenta el suelo (tierra) de cierto lugar. El valor de la resistencia a tierra debe estar dentro de ciertos límites dependiendo del tipo de instalación. En el Capítulo 10 se describe el método para determinar su valor.
- c. Toma de tierra. Se entiende que un electrodo enterrado en el suelo con una terminal que permita unirlo a un conductor es una toma de tierra. Este electrodo puede ser una barra o tubo de cobre, una varilla o tubo de fierro y en general cualquier estructura que esté en contacto con la tierra y que tenga una resistencia a tierra dentro de ciertos límites.
- d. Tierra remota. Se le llama así a una toma de tierra lejana al punto que se esté considerando en ese momento. Su definición es útil ya que puede utilizarse como referencia en caso de que fluyan corrientes entre la instalación y esa toma de tierra.
- e. Sistema de tierra. Se llama sistema de tierra a la red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de tierra y provistos de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalación. El sistema de tierra de una instalación se diseña en función de: el nivel de voltaje, la corriente de cortocircuito, la superficie que ocupa la instalación, la probabilidad de explosión y/o incendio, la resistencia a tierra, la humedad y la temperatura del suelo.

En una industria pueden existir varios sistemas de tierra independientes: para la Subestación y equipo de fuerza (motores), para el sistema de pararrayos (que puede o no estar interconectado con el primero) y para instrumentos,

---

computadoras y equipos de transmisión O recepción de señal. Deben respetarse ciertas separaciones entre las tomas de tierra de cada sistema para evitar interferencias. Los conductores que se conecten a los diferentes sistemas deberán estar aislados y protegidos desde la conexión.

En la práctica ningún sistema de tierra es perfecto, ya que se requeriría que los conductores que lo forman y el suelo tuvieran una resistencia cero.

- f. Conexión a tierra. La unión entre un conductor y el sistema de tierra es una conexión a tierra.
- g. g) Tierra física. Se dice que un conductor se conecta a una tierra física cuando se une sólidamente a un sistema de tierra, que a su vez está directamente conectado a la toma de tierra (sin que exista entre ellos más impedancia que la de los conductores). Se puede considerar que el potencial de una tierra física se mantiene prácticamente constante, aunque exista un flujo de corriente entre este punto y la toma de tierra.
- h. h) Neutro aislado. Se denomina así al conductor de una instalación que está conectado a tierra a través de una impedancia (resistiva o inductiva). La función de esta impedancia es limitar la corriente de cortocircuito que circularía por el conductor, o las partes del equipo que estén conectadas a tierra, y disminuir así los posibles daños.
- i. Por ejemplo, en un motor de 1500 hp con neutro sólidamente conectado a tierra, la corriente de falla entre fase y tierra podría ser de hasta 10000 amperes, iría acompañada de una pequeña explosión y lo más probable es que las laminaciones del rotor y estator se dañen junto con los conductores. En cambio, se puede calcular el valor de una impedancia que, colocada entre el neutro del transformador (aislado) y la toma de tierra (o el sistema de tierra), impida que la corriente pase de cierta magnitud. El IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) recomienda que esta corriente sea de 600 amperes.

---

Esta protección se logra colocando en la línea del neutro un relevador de corriente que detecta la falla y manda una señal para desconectar el interruptor correspondiente. La instalación de esta protección es compleja y requiere de un cálculo muy preciso de los valores de la corriente de cortocircuito y de la selección y especificación de los elementos.

- j. Neutro del generador. Se le llama así al punto que sirve de referencia para los voltajes generados en cada fase. En sistemas equilibrados y bajo circunstancias de operación normales, la diferencia de potencial entre el neutro del generador y la tierra física del lugar donde está instalado es cero.
- k. Neutro de trabajo. Es aquél que se requiere para la conexión de un consumidor alimentado por una sola fase. La sección transversal del conductor de este neutro y de la fase deben ser iguales, ya que conducen la misma corriente.
- l. Neutro conectado sólidamente a tierra. Este tipo de conexión se utiliza generalmente en instalaciones de baja tensión para proteger a las personas contra el peligro de electrocución. En el caso de que se presente una falla de aislamiento entre un conductor energizado y una parte metálica desnuda se produce un cortocircuito y actúa la protección que desenergiza al circuito respectivo.
  - 1) Neutro de un sistema. Es un potencial de referencia de un sistema que puede diferir del potencial de tierra y que puede no existir físicamente. Por ejemplo, en una interconexión de transformadores tipo delta no existe un neutro físico, aunque sí un neutro de referencia.
- m. Neutro flotante. Se le llama así al neutro de una instalación que no se conecta a tierra. Dependiendo de las condiciones de operación puede existir una diferencia de potencial entre este neutro y tierra.

---

- **Interconexión.**

Para la interconexión de una instalación pueden utilizarse alambres (conductor de varios hilos) o cables (de un solo hilo) de cobre o aluminio. Estos pueden estar colocados a la vista, en ductos, tubos o charolas. Excepto en el caso de líneas aéreas, los conductores siempre deberán estar cubiertos con una capa de material aislante, el cual determina la temperatura máxima de operación.

El empalme de conductores o la conexión de éstos a las terminales de los equipos debe hacerse de manera que se garantice un contacto uniforme y no existan defectos que representen una disminución de la sección. Lo más recomendable es que todas las conexiones queden accesibles.

En caso que esté dentro de tuberías o ductos deben proveerse las cajas o registros necesarios, sobre todo en las conexiones de salida hacia los equipos de la instalación.

Las tuberías que se utilizan para proteger a los conductores pueden ser metálicas (de pared gruesa o delgada) o de materiales plásticos no combustibles (rígidas o flexibles).

También se utilizan ductos (metálicos) cuadrados o charolas, que son estructuras metálicas de tipo escalera colocada vertical u horizontalmente donde se fijan los conductores.


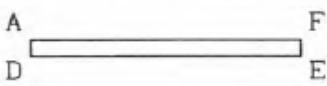
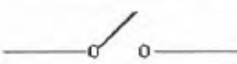
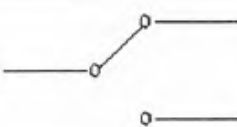

El soporte de todos estos elementos debe ser rígido y su colocación debe hacerse de acuerdo con criterios de funcionalidad, estética, facilidad de mantenimiento y economía. En caso de que la interconexión se haga entre elementos sometidos a vibraciones deberá utilizarse tubería flexible o un material equivalente.

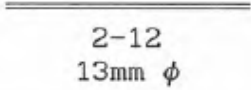



En las NTIE (1981) en las secciones 303 a 313 se describen las características, usos y restricciones de las canalizaciones.



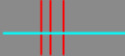
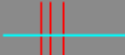







- **Simbología.**

A continuación, se presentan algunos de los símbolos más comúnmente usados en los diagramas unifilares de instalaciones eléctricas que facilitan la comunicación entre los instaladores y proyectistas.

- **Elementos de circuitos**

Unidad de alumbrado tipo incandescente	
Unidad de alumbrado tipo fluorescente	
<p>A - Altura de montaje (sobre piso terminado)</p> <p>D - Apagador (si lleva)</p> <p>E - Tablero circuito (identificación)</p> <p>F - Potencia en watts</p>	
Apagador sencillo	
Apagador de tres vías	
Contacto	

Tubería conduit de 13mm (1/2") de diámetro con dos conductores cal. 12 AWG.	
Ducto cuadrado embisagrado	
Charolas para cables	
Cajas de registro	

SIMBOLO	SIMBOLOS ELECTRICOS
	PANELES ELECTRICOS
	DUCTO CON CIRCUITOS DE ILUMINACION
	DUCTO CON LINEA DE INTERRUPTORES
	DUCTO CON CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES
	LUMINARIA FLUORESCENTE 2 X 40 W 120 V USO EMPOTRADO MARCA, MODELO POR EL DUEÑO
	INTERRUPTOR SENCILLO 15A – 120V USO EMPOTRADO COLOR BLANCO
	INTERRUPTOR DOBLE 20A – 120V USO EMPOTRADO
	PANEL NUMERO DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE 120V – 30 AMPS USO EMPOTRADO CON PLACA METALICA COLOR BLANCO
	TOMACORRIENTE 220V – 15 AMPS USO EMPOTRADO CON PLACA METALICA COLOR ROJO
	REFLECTOR DOBLE EEMPOTRADO EN PARED

---

## 5. Alimentadores y conductores

Se define como conductor al material metálico, usualmente en forma de alambre o cable, adecuado para el transporte de corriente eléctrica. En casos especiales el conductor puede tener formas de hilo, varillas, platinas, tubos o barras.

### Calibre

La identificación de los calibres de los conductores se realiza mediante el número que corresponde a su calibre, tomando como referencia la designación AWG (American Wire Gauge), que significa Sistema de Calibres Americanos. En Venezuela se identifican los tamaños de los conductores por su sección en milímetros cuadrados y cada tamaño corresponde a un número específico que va de menor a mayor siendo el máximo el 4/0 (con un área de 107 mm<sup>2</sup>).

En caso de tener un área mayor se aplica una unidad denominada “Circular Mil” (CM). El Circular Mil (CM) se define como el área de la sección normal de un conductor que posee una milésima de pulgada de diámetro (0,001”). [2]

### Superficie transversal de conductores AWG

Calibre (AWG)	Área (mm <sup>2</sup> )
14	2,08
12	3,31
10	5,27
8	8,35
6	13,30
4	21,20
2	33,60
1/0	53,50
2/0	67,40
3/0	85
4/0	107



---

## Superficie transversal de conductores MCM

Calibre (MCM)	Área (mm <sup>2</sup> )
250	126,644
350	177,354
500	253,354

### Criterios de selección

#### ➤ Selección de conductor de fase

Para escoger el número de calibre a utilizar se realiza la escogencia mediante dos Criterios:

- Cálculo por capacidad térmica, que representa la máxima corriente que puede conducir un conductor sin dañarse.
- Cálculo por caída de tensión, manteniendo según el calibre seleccionado un valor igual o menor al permisible indicado en el Código Eléctrico Nacional. [2]

### Caída de tensión

La caída de tensión es importante en la consideración del calibre del conductor, ya que ésta puede afectar directamente el servicio eléctrico. Con este cálculo se puede condicionar a un máximo porcentaje de caída de tensión variando el calibre de los cables.

Según el CEN [2] (sección 215.2), los conductores para circuitos alimentadores y circuitos ramales, deben estar dimensionados con un calibre que evite una caída de tensión mayor a un 3% para salidas alejadas de fuerza o iluminación, y también evitar una caída mayor a un 5% para la salida más lejana. [2]

---

## **Canalizaciones**

El conjunto de alimentadores o conductores a utilizar en la instalación deben estar protegidos por razones climáticas, mecánicas o de seguridad; esto quiere decir que por lo general deben ir instalados dentro de canalizaciones eléctricas que pueden variar dependiendo de las necesidades a cubrir en el tipo de instalación eléctrica. Dichas canalizaciones pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

- A la vista.
- Embutidas: Oculta en muros e inaccesible en forma directa.
- Ocultas: No a la vista, pero accesible en toda su extensión.
- Subterráneas: Bajo tierra. [2]

## **Dispositivos de protección**

Un dispositivo de protección es necesario en toda instalación eléctrica para preservar los equipos e instalaciones eléctricas de posibles fallas que pudieran ocurrir en los equipos mismos, o en otra parte del sistema, incluyendo el de la red de distribución de la compañía de electricidad.

Los dispositivos más utilizados en una instalación eléctrica son los interruptores termo magnéticos, comúnmente llamados “Breaker”.

Un interruptor termo magnético, es un medio de protección y desconexión a base de elementos mecánicos termo magnéticos de fácil accionamiento y de rápida respuesta a la falla eléctrica, ensamblados en caja moldeada. Los interruptores termo magnéticos más comerciales son los de uno y dos polos, de un rango de 15 a 50 amperes y son utilizados para todo tipo de servicios de instalaciones eléctricas, principalmente de uso doméstico y comercial. Los de rango de 60 a 100 A de uno y dos polos, así como los de tres polos en toda su gama, y los de mayor capacidad de amperaje son utilizados en

---

zonas con mayor demanda de carga eléctrica para uso residencial, comercial e industrial. [2]

Estos dispositivos poseen 3 formas de accionamiento:

1. En forma manual
2. Por sobre corriente (En su acción magnética)
3. Por sobrecarga (En su acción térmica del dispositivo bimetálico) [2]

## **6. Iluminación eléctrica**

La iluminación eléctrica se da mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica. [7]

### **➤ Lámparas eléctricas**

Son dispositivos de conversión de energía eléctrica en energía lumínica<sup>1</sup> y su propósito es iluminar el área en donde se ubica la misma; Este invento esta atribuido a Thomas Edison.

Las lámparas se clasifican en general en dos categorías incandescentes y de descarga gaseosa dentro incandescentes se encuentran las lámparas incandescentes y las alógenas y dentro de las de descarga gaseosa están las fluorescentes, de vapor de mercurio y las de neón: [7]

- **Lámparas incandescentes.** Desde su creación la lámpara eléctrica incandescente no ha sufrido prácticamente variación alguna en su concepto original. Constituyéndose como dispositivo eléctrico más sencillo y longevo que existe y el que más aporte ha brindado al desarrollo de la humanidad.

---

La lámpara incandescente funciona en base de un filamento de espira simple que se lleva a la incandescencia por medio del paso de la corriente eléctrica; para que este filamento con extremos de tungsteno no se queme se encierra en una ampolleta o bulbo de vidrio, la misma que se sella al vacío y en su interior se inyecta gas inherente para prolongar su vida útil; la base de una lámpara incandescente es un casquillo metálico de rosca o tipo bayoneta.



**Figura 2:** Partes de una lámpara incandescente

*“La base de una lámpara incandescente sostiene a la lámpara firmemente en el portalámparas o socket y conecta la alimentación eléctrica desde el exterior hasta el filamento.”<sup>2</sup>*

El filamento generalmente construido de tungsteno son los productores de luz, generalmente se designan por letras para indicar el tipo de alambre y con números para indicar la forma< actualmente la mayoría de lámpara incandescentes tiene el filamento bobinado debido a que son físicamente más fuertes.

Las lámparas generalmente se especifican por la potencia nominal y la cantidad de luz<sup>3</sup> que producen. [7]

La relación de la luminiscencia con la potencia nominal se denomina eficiencia luminosa y se mide en lúmenes por watio (lm/W), otra característica es la vida media útil que es el

---

tiempo que tarda el filamento para fundirse trabajando en forma continua al voltaje específico. Estas características importantes de las lámparas incandescentes se consideran en el diseño de iluminación en las habitaciones.

En el siguiente cuadro especificamos estas características que permitirán calcular la cantidad de lámparas en determinado lugar dentro de la instalación y la cantidad de luz que necesito en lugares específicos

Potencia (W)	Vida(h)	Flujo (lm)	Eficiencia (W/lm)
25	2500	235	9,5
40	1500	455	11,5
60	1000	870	14,5
75	750	1190	15,9
100	750	1750	17,5
150	750	2880	19,2
200	750	4010	20
300	750	6360	21,2
500	1000	10850	21,7

Las lámpara incandescentes se clasifican en varios tipos dependiendo de su aplicación las más comunes son las de uso general de 120V; Existen lámparas de alto voltaje que operan a 220V, lámparas de tres intensidades que tienen dos filamentos los mismos que permiten producir tres flujos luminosos, lámparas de destello que utilizan una ampolla de oxígeno puro y delgadas tiras de magnesio o aluminio en su interior, al momento que se hace circular la corriente en el filamento el mismo que se quema produciendo una chispa que al interactuar con el magnesio o aluminio provoca un destello de luz potente instantáneo, estas es utilizado en las cámaras fotográficas. [7]

- **Lámparas Fluorescentes.** Son lámparas de vapor de mercurio de baja presión y gas inherente usualmente argón o criptón contenida en un tubo de vidrio, revestido en su interior con un material fluorescente conocido como fósforo. La radiación en el arco de la lámpara de vapor hace que el fósforo se torne

---

fluorescente. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo. Las conexiones de las lámparas fluorescentes no pueden conectarse directamente a luz primaria, esta necesita de un equipo auxiliar de dos elementos: Una bobina llamada reactancia o balasto y un interruptor automático llamado arrancador.



Figura: Lámpara Fluorescente.

Estas lámparas tienen una serie de ventajas como: la calidad de luz que generan estos dispositivos puede llegar a semejarse a la luz solar (con una eficiente utilización de fósforo), Alta eficacia un tubo fluorescente que consume 40 vatios de energía genera tanta luz como una bombilla incandescente de 150 vatios, las lámparas fluorescentes producen menor calor que las incandescentes para generar una luminosidad semejante.

En la actualidad el uso de las lámparas fluorescentes ha avanzado notablemente, debido al gran ahorro energético.

Los fabricantes de lámparas fluorescentes han logrado producir lámparas compactas eficientes que produce cantidades de iluminación que cubren áreas grandes; lámparas fluorescentes compactas han llevado al diseño de iluminación de la nueva generación para un rango completo de aplicaciones comerciales e industriales con aplicaciones de larga vida. [7]

---

## 7. Cálculo de alumbrado

Específicamente se explica el método de cálculo de los lúmenes para alumbrado de interiores (incluyendo las tablas necesarias), así como una metodología para calcular el alumbrado de exteriores, derivada directamente del método general punto por punto.

### a) Alumbrado de interiores

Se pueden definir dos niveles en la iluminación de interiores: local y general. El primero se refiere a las necesidades de luz para tareas específicas que se desarrollan en diferentes puntos del espacio a iluminar.

El nivel general corresponde a la iluminación en todas las demás áreas. También puede llamarse alumbrado general por zonas, cuando se deciden niveles de iluminación diferentes para cada zona, lo cual resulta más económico [1]

### Método de cálculo de los lúmenes

Este método se utiliza únicamente para el cálculo de alumbrado en interiores y está basado en la definición de lux, que es igual a un lumen por metro cuadrado.

Con la información del fabricante sobre la emisión luminosa inicial de cada lámpara, la cantidad instalada y el área de la zona considerada (en metros cuadrados) puede obtenerse el número de lúmenes por metro cuadrado o luxes:

$$E = \frac{\Phi_e}{S} = \frac{\text{Lúmenes emitidos}}{\text{Area en m}^2} = \text{Luxes}$$

---

Este valor difiere de los luxes medidos, debido a que algunos lúmenes son absorbidos por la misma luminaria o por la influencia de otros factores tales como la suciedad de la luminaria y la disminución gradual de la emisión de luz de las lámparas, entre otras.

### **Determinación del nivel de iluminación requerido**

Existen ya estipulados niveles de iluminación para diversas tareas, recomendados en el informe # 29 de la "International Commission on Illumination «(Comisión Internacional de Iluminación) constituida por los comités nacionales de iluminación de treinta países (Manual de Alumbrado de Phillips, 1983).

Estas recomendaciones representan valores mínimos en el lugar mismo de la tarea visual de acuerdo con la práctica actual; una total comodidad visual puede requerir niveles superiores. [1]

### **Determinación del coeficiente de utilización (CU).**

El coeficiente de utilización es el cociente de los lúmenes que llegan al plano de trabajo (plano horizontal a 75 cms. del suelo) y los totales generados por la lámpara. Este factor toma en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo.

A causa de las múltiples reflexiones que tienen lugar dentro de un local, una parte de luz pasa hacia abajo a través del plano imaginario de trabajo más de una vez, por lo que en algunas circunstancias el coeficiente de utilización puede sobrepasar la unidad.

En general cuanto más alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y menor el coeficiente de utilización. Este efecto se considera mediante la relación de la cavidad del local (RCL) que se define como sigue: [1]



$$RCL = \frac{5H (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}}$$

Dónde: H = altura de la cavidad

Entonces la relación de cavidad del techo es igual a la del local multiplicado por el cociente de la distancia del techo a las luminarias entre la altura de la cavidad del local



Figura 3.1. Dimensiones de cavidad de un local.

**H** = Altura de la cavidad del local.

**HT** = Altura de la cavidad del techo.

**Hs** = Altura de la cavidad del suelo

Determinación del factor de pérdidas totales (FPT).

Desde el primer día en que se pone a funcionar el alumbrado la iluminación va cambiando conforme las lámparas envejecen.

Además, la suciedad acumulada en las luminarias y otros factores contribuyen a la pérdida de luz. El efecto neto es casi siempre una disminución del nivel de iluminación, aunque ciertos factores pueden producir un incremento.

---

Los factores parciales de pérdida que deben considerarse se detallan a continuación. Algunos de ellos sólo pueden estimarse de manera aproximada; otros pueden evaluarse a través de pruebas o ensayos [1]

Estos ocho factores son

- a) Características de funcionamiento del balastro o reactor.
- b) Tensión de alimentación de las luminarias.
- c) Variaciones de la reflectancia de la luminaria.
- d) Lámparas fundidas.
- e) Temperatura ambiente.
- f) Luminarias con intercambio de calor.
- g) Degradación luminosa de la lámpara.
- h) Disminución de emisión luminosa por suciedad.

### **Cálculo del número de luminarias**

El número de luminarias (unidades de alumbrado) puede calcularse de la siguiente manera:

$$N = \frac{E \cdot S}{\Phi \cdot I \cdot CU \cdot FPT}$$

Donde:

N=Número de luminárias o unidades de alumbrado.

E= Iluminación requerida.

S= Superficie.

$\Phi$ = Flujo luminoso por lámpara.

I=Número de lamparas por luminária.

### **Determinación del acomodo de las luminarias**

La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general, de las dimensiones del edificio, del tipo de luminaria y de la ubicación de las tomas de energía existentes.

Una vez determinado el número de luminarias conforme al plano real, se vuelve a calcular el nivel luminoso con la relación:

---

$$E_e = \frac{N_e \cdot I \cdot \Phi \cdot CU \cdot FPT}{S}$$

Donde:

E<sub>e</sub> = Iluminación resultante según nueva especificación.

N<sub>e</sub> = Número de luminarias da la nueva especificación. [1]

## 8. Estimación de carga

La estimación de cargas es la fase primordial para el desarrollo de un proyecto de instalación eléctrica. Con la estimación de carga y, utilizando diversos factores que influyen en el desarrollo de un diseño eficiente, se obtiene una aproximación lo más detallada posible del comportamiento de la carga conectada al sistema, lo que nos permite crear una instalación eficiente, práctica y segura, entre otras cosas.

Para evaluar la interacción de la carga con el sistema principal o estimar correctamente una carga se debe de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Determinar la demanda máxima de la carga.
- Determinar la contribución de la carga a estimar en el sistema al que se va a conectar.
- Determinar el consumo de energía en un período específico. [1]

---

## **VI. Metodología**

La metodología que se utilizara para este estudio fue la investigación de campo y cuantitativa. La investigación campo porque se recaba información en el lugar de los hechos, acopia información y cuantitativa porque genera datos apoyados en tratamiento estadístico.

La presente metodología describe paso a paso las actividades a realizar el diseño de una instalación eléctrica de una planta textil y presenta una serie de formatos de apoyo para realizar dichas actividades.

En esta metodología se hace un análisis de las características de toda la instalación eléctrica y los equipos consumidores de energía eléctrica.

El trabajo para diagnóstico del sistema de iluminación para el ahorro se resume en siete pasos descritos a continuación:

### **1. Planear los recursos y el tiempo.**

El grupo ejecutor tiene que revisar toda la información disponible sobre la planta, y dividir entre ellos las tareas de recopilación de datos y mediciones. Dentro de las actividades de planificación necesarias para el éxito del diagnóstico, destacan las siguientes:

- Revisar toda la información disponible sobre la instalación.
- Elaborar un cronograma de trabajo.
- Asegurarse que la instrumentación requerida esté disponible y en buenas condiciones.

---

## **2. Recopilar datos en el sitio**

Deben reunirse datos de todo aquello relacionado con el uso de la iluminación, incluyendo en forma indicativa, pero no limitativa, la siguiente:

- Horarios típicos de trabajo.
- Características físicas de la instalación.
- Características de las lámparas, luminarias y equipo auxiliar.

## **3. Realizar mediciones**

A La toma de mediciones durante el diagnóstico, tiene tres objetivos:

- Determinar los niveles de iluminación reales que se tienen en cada área de la instalación.
- Comprobar el estado de operación del equipo.
- Determinar el consumo de energía de cada área de la instalación.

## **4. Analizar datos**

Una vez que los datos han sido reunidos, deben ser analizados de acuerdo con los siguientes criterios:

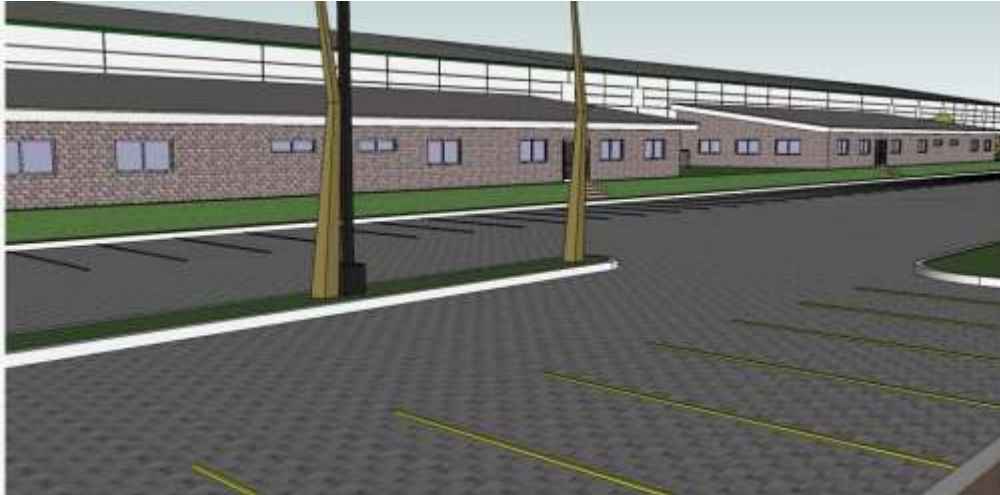
- Función específica de lámparas, luminarios y accesorios.
- Niveles de iluminación Requeridos Vs. Reales.
- Eficiencia energética del equipo instalado.
- Función del equipo de control.

# **VII. Resultados del sistema de iluminación propuesto**

## **1. Descripción de la planta**

La planta presenta las siguientes características:

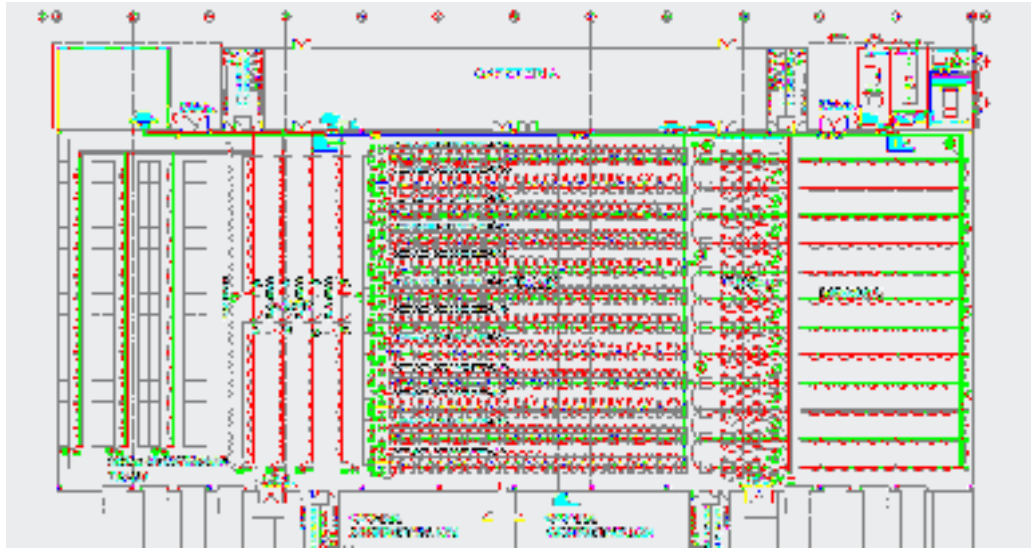
- 
- Edificios construidos con estructura de acero y concreto reforzado, garantizando la durabilidad y calidad cumpliendo con todas las leyes y regulaciones nicaragüenses.



- Techo está elaborado con láminas blancas galvanizadas y láminas traslucidas y tienen aislante térmico R-15



- La distribución interna de los edificios facilita el uso eficiente de las áreas de oficina y manufactura



- Parqueo exclusivo para vehículos, contenedores y carga.



## 2. Tipos de lámparas

Para escoger el tipo de lámpara adecuado se debe tomar en cuenta varios aspectos:

- El color de los objetos iluminados
- Si la iluminación es general o dirigida
- Si se necesita en forma instantánea o se puede dar un tiempo de calentamiento
- La temperatura mínima de calentamiento
- La importancia del control óptico de la iluminación
- La eficiencia energética de la lámpara
- Facilidad de mantenimiento para el cambio de lámpara

Son ideales para la iluminación general de interiores como oficinas, fábricas y lugares públicos en general. Han tenido un desarrollo importante, especialmente con las nuevas lámparas Octrón (T8) y Pentron (T5), que tienen un alto rendimiento del color y eficiencia lumínica, y con las fluorescentes compactas, una alternativa muy eficiente ante las lámparas incandescentes puesto que duran diez veces más y ahorran hasta un 75% de energía en iluminación.



Sus dimensiones son 35.95 m. de ancho, 32.5 m. de largo y altura de 2.75m. Se considera una reflectancia de 80% para el techo, de 50% para las paredes y 20% para el piso. Se propone utilizar luminarias de lados opacos (consultar Tabla 3.1) suspendidas a 25cm. del techo.

La altura del plano de trabajo se considera a 75cm. Por lo tanto, la altura de la cavidad del local es de 1.75 metros; la del techo es 0.25 metros y la del piso es de 0.75 metros. Para aplicar la metodología se puede utilizar (para cada cálculo) el formato que aparece al final del ejemplo. Además de facilitar la tarea, constituye parte importante de la memoria de cálculo del proyecto. [1]



Del Anexo A (Bratu campero) se desprende que para los trabajos de industria textil el nivel luminoso recomendado es de 1000 lux. La relación de la cavidad del local es:

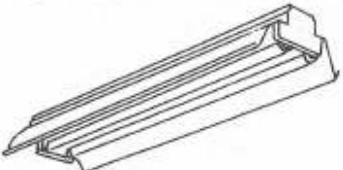
$$RCL = 5 \times 1.75 (35.95 + 32.5) / (35.95 \times 32.5)$$

$$RCL = 0.512$$

La altura de la cavidad del techo es 7 veces más pequeña que la del local, por lo que la relación de cavidad del techo resulta de 0.31. De la misma manera se puede calcular la relación de cavidad del piso que resulta de 0.94.

La reflectancia efectiva del techo se obtiene haciendo una interpolación en la Tabla 3.2. Se puede ver que, para una reflectancia base del techo de 80% y de paredes del 50%, la reflectancia efectiva de la cavidad sería del 74% si la relación de cavidad fuera de 0.4 y de 77% si la relación fuera de 0.2; por lo que para este caso puede aproximarse la reflectancia efectiva de la cavidad del techo a un 75.5%. Con este valor de reflectancia del techo se busca en la Tabla 3.1 el **CU (coeficiente de utilización)** de la luminaria propuesta que resulta de **0.88**. [1]

Tomado de Manual de Alumbrado Westinghouse 1985

		80%			50%			10%			0%
Techo											
Pared		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Separación no superior a: "h" por altura de montaje.											
Categoria III											
h = 1.3											
											
2 lámparas T-2. Cualquier carga. Para lámparas T-10. C.U. x 1.02											
1	0.88	0.84	0.81	0.79	0.77	0.74	0.69	0.68	0.66	0.64	
2	0.77	0.71	0.66	0.70	0.65	0.62	0.61	0.59	0.56	0.54	
3	0.68	0.61	0.56	0.61	0.56	0.52	0.54	0.51	0.48	0.46	
4	0.60	0.52	0.47	0.54	0.49	0.44	0.48	0.44	0.41	0.39	
5	0.52	0.45	0.39	0.48	0.42	0.37	0.43	0.38	0.35	0.33	
6	0.47	0.39	0.34	0.43	0.37	0.32	0.38	0.34	0.30	0.28	
7	0.42	0.34	0.29	0.38	0.32	0.28	0.34	0.30	0.26	0.24	
8	0.37	0.30	0.25	0.34	0.28	0.24	0.31	0.26	0.22	0.21	
9	0.33	0.26	0.21	0.31	0.25	0.21	0.28	0.23	0.19	0.18	
10	0.30	0.23	0.19	0.28	0.22	0.18	0.25	0.20	0.17	0.15	

Tomado del libro N. Bratu & E. Campero (1995). Instalaciones eléctricas

Por lo que respecta a la reflectancia efectiva del piso se puede obtener utilizando la Tabla 3.2: en el apartado de la reflectancia base del piso de 20%, en el renglón correspondiente a 50% de reflectancia de las paredes, no existe una columna de

---

relación de cavidad de 0.94. Sin embargo, se puede hacer una interpolación de los valores correspondientes a 0.8 y 1.0, con lo que resulta un valor de 19%.

Para reflectancias efectivas de piso que sean diferentes a 20% debe corregirse el CU (coeficiente de utilización) de acuerdo con los factores de la tabla 3.3. Sin embargo, en este caso no se aplica porque la diferencia de 1% es despreciable.

De hecho, conviene corregir el CU sólo cuando los valores de reflectancia del piso estén cerca de 10% (menos de 15%) o cerca de 30% (más de 25%). Se recomienda leer las notas de la Tabla 3.3 para entender mejor la explicación de los factores. [1]

Para determinar el factor de pérdidas totales de luz se considera que: el rendimiento de la reactancia es de 0.95, el factor de caída de tensión de 1.0, el factor por las variación es de la reflectancia de la luminaria de 0.98; no se admiten lámparas fundidas por lo que el factor correspondiente es de 1.0; no hay corrección por cambio de temperatura ambiente.

La luminaria no forma parte del sistema de ventilación o aire acondicionado, por lo que el factor de intercambio de calor es de 1.0; el factor de disminución de la emisión luminosa de la lámpara es de 0.8; la degradación por suciedad es de 0.86 (determinada en la Figura 3.2 para luminaria de categoría VI en la curva de "limpio "para una periodicidad de limpieza anual).

El producto de todos estos elementos da por resultado un factor de 0.64.

Ahora considerando que la emisión luminosa de cada lámpara es de 2900 lúmenes y que cada luminaria tiene dos lámparas (información proporcionada por el fabricante para luminaria Westinghouse, modelo F64 T6/CW38.5w), el número de luminarias resulta:

$$N = (1000 \times 1,168.37) / (2900 \times 2 \times 0.88 \times 0.64)$$

$$N = 357$$

---

Si se decide instalar dieciocho luminarias de dos lámparas en tres filas (montadas longitudinalmente), el nivel luminoso resultante es:

$$E_e = 360 \times 2 \times 2900 \times 0.88 \times 0.64 / 1,168.37$$

$$E_e = 1006.49$$

La diferencia entre este resultado y el planteamiento original de 500 se considera Aceptable.

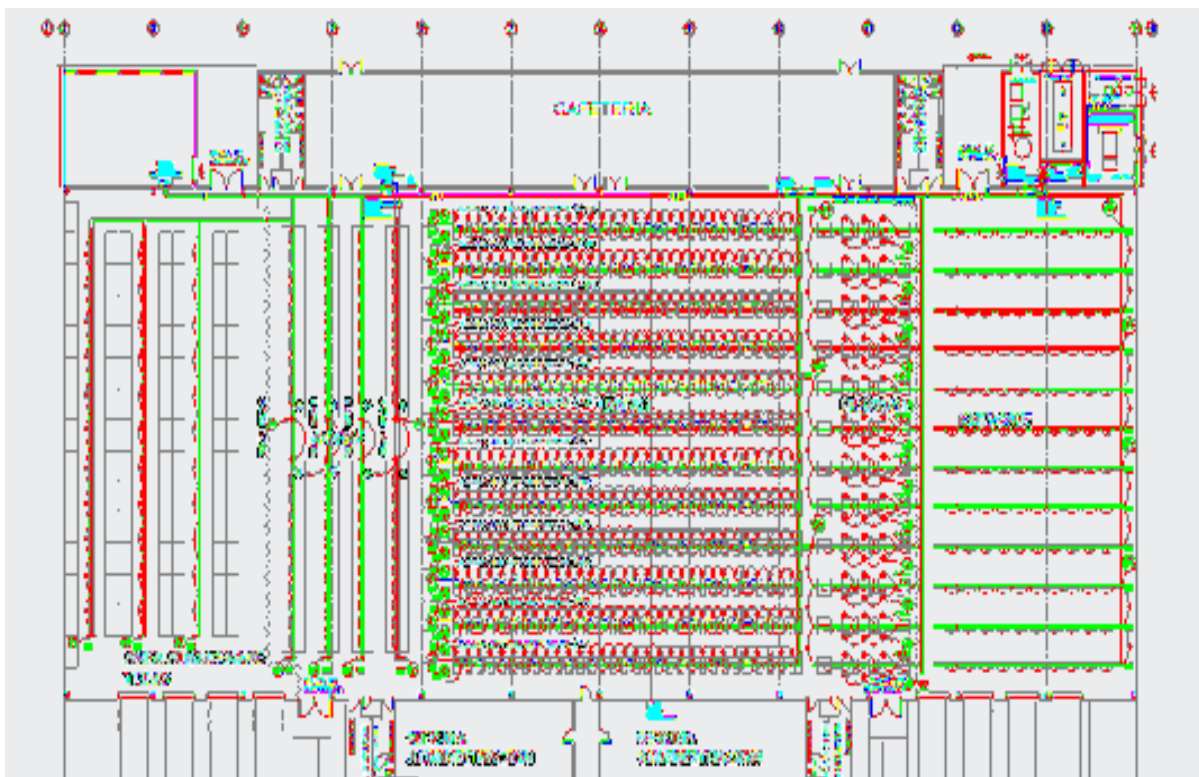
## Resultado

### Una nave

- 10 líneas de producción  
30 lamp x 12 = 360
- Empaque  
11 lamp x 12 = 133
- Corte  
11 lamp x 4 = 44
- Área de almacenaje  
11 lamp x 3 = 33
- 570 lamp T12 x 75w /1000 x 12 x 30 = 16, 416 KW

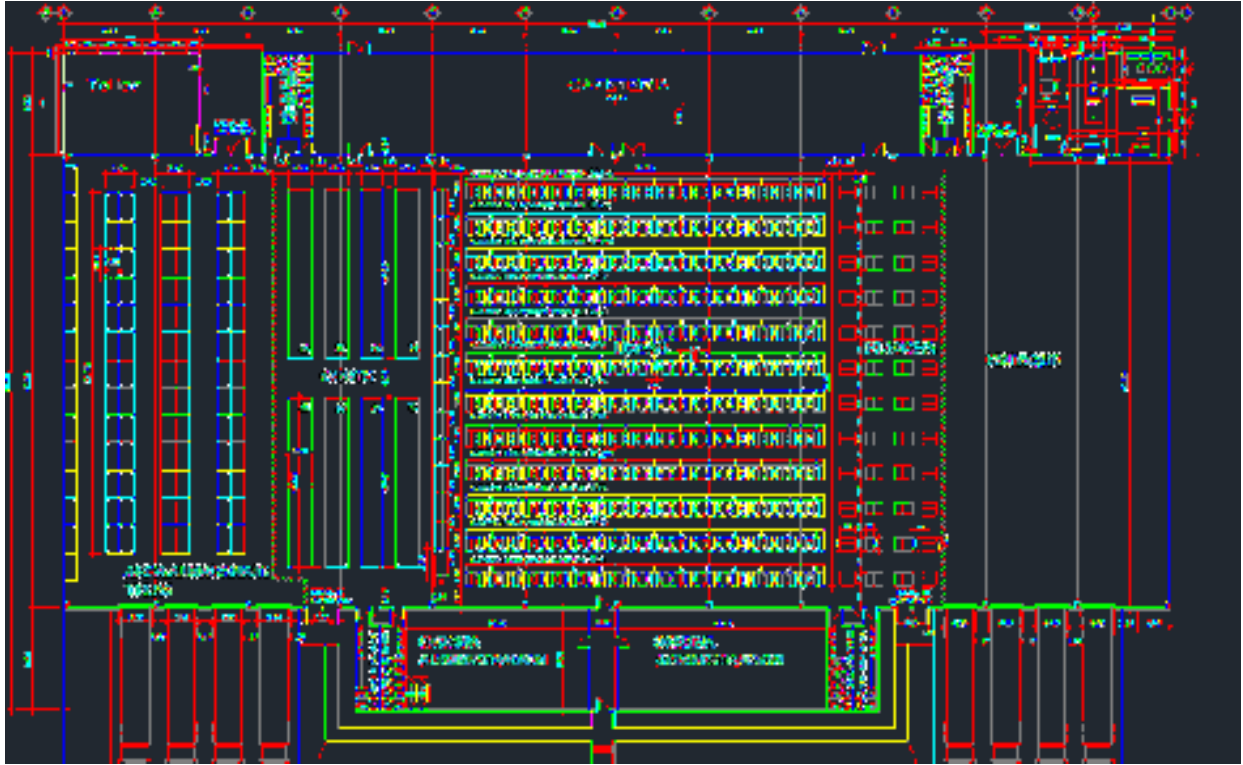


En este plano se puede observar 4 áreas de importancia las cuales son: Área de almacenaje, área de corte, área de empaque y las líneas de producción (Confección), donde se encuentran la mayor distribución de iluminación de la planta.



#### 4. Descripción de los planos y Simbología eléctrica

SÍMBOLO	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS
	PANELES ELÉCTRICOS
	DUCTO CON CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN
	DUCTO CON LÍNEA DE INTERRUPTORES
	DUCTO CON CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES
	LUMINARIA FLUORESCENTE 2' X 40" W. 120 V USO EMPOTRADO - MARCA, MODELO POR EL DUEÑO
	INTERRUPTOR SENCILLO 15A - 120V USO EMPOTRADO COLOR BLANCO
	INTERRUPTOR DOBLE 20A - 120V USO EMPOTRADO
	PANEL NÚMERO DE CIRCUITOS
	TOMACORRIENTE 120V - 30 AMPS USO EMPOTRADO CON PLACA METÁLICA COLOR BLANCO
	TOMACORRIENTE 220V - 15 AMPS USO EMPOTRADO CON PLACA METÁLICA COLOR ROJO
	REFLECTOR DOBLE EMPOTRADO EN PARED



---

## **VIII. Conclusiones**

El presente estudio proporciona las bases para realizar instalaciones de iluminación en baja tensión aplicando las normas, representaciones y convenciones.

El análisis de instalaciones eléctricas brinda la capacidad de evaluar, mantener, reparar circuitos dentro de la instalación.

La práctica de los conocimientos adquiridos enfoca a la aplicación eficiente de los diferentes dispositivos utilizados dentro de las instalaciones eléctricas.

Se logró estimar la demanda de luminarias dentro de la planta y de cada una de las cargas proyectadas del mismo mediante la normativa del Código Eléctrico Nacional y los criterios de la empresa.

Además, se diseñaron los planos eléctricos del sistema de iluminación de la planta cumpliendo con los niveles de iluminación requerido por área.

Por último se realizó el diseño de las instalaciones eléctricas, tanto de servicios de fuerza como de iluminación, así como también el diseño de la puesta a tierra al proyecto utilizando la normativa del Código Eléctrico Nacional

---

## IX. Bibliografía

1. N.Bratu & E. Campero (1995).Instalaciones eléctricas. Conceptos básicos y Diseño. Segunda edición Alfaoemga. México.
2. Croft, Terrell. "Manual del Montador Electricista" Primera Edición, Barcelona España 1966.
3. [3] IEEE Std. 80-1986. "An American National Standard IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding."
4. García Fernández, Javier (2011). Iluminación de interiores, Depreciación de la eficiencia luminosa obtenida el 8 de febrero de 2011, de <http://edison.upc.edu/curs/Illum/extras/biblio.html>.
5. Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la Investigación. Editorial, MCGRAW HILL.
6. National Electrical Code. NEC. 2008
7. ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *El ABC de las Instalaciones Eléctricas residenciales*, México, Ed. Limusa, 2005, P. 12